

観光における食品ロスの経済分析

角 本 伸 晃

キーワード：食品ロス、観光、土産品、需要独占、プロスペクト理論

1. はじめに

近年、食品ロスとその削減に関する話をよく耳にするようになった。以前は、豊作で市場価格が値崩れを起こすのを防ぐために農場で農作物がトラクターに踏み潰されたり、レストランや宴会で食べ残された料理が大量に廃棄されたり、する食品ロスを増やす方向の話が多かった。しかし近年は、ディスカウント・ショップで賞味期限の近いものが安く販売され飛ぶように売れたり、子ども食堂に企業から賞味期限の近い食品が寄付されたり、というような食品ロスを減らす方向の話が多くなった。

その契機の1つが、2015年に採択された国連の持続可能な開発目標 SDGs の目標 12 [持続可能な消費と生産] のターゲット 12.3 において、「2030年までに小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの食料の廃棄を半減させ、収穫後損失などの生産・サプライチェーンにおける食料の損失を減少させる」ことが掲げられたことによる。日本では、基準年の2000年度に食品ロスが980万トンと推計されたので、それを目標年の2030年度までに489万トンに削減させることになる¹。2019年10月には「食品ロスの削減の推進に関する

法律²」が施行され、本格的に食品ロス削減に取り組まれるようになった。

その後、2021年度には523万トンまで削減されているが、前年度の522万トンと比べて1万トン増加し、削減のペースは足踏み状態である。2000年と比べるとこの食品ロスの量は大幅に削減されたことになるが、国連WFPが2022年に123の国・地域に食糧支援をした480万トンを超える食品がなおも廃棄されている³。同じ地球上で、まさに飽食と飢餓が併存する状況となっている。

また、全世界における食品ロスは人道支援上の問題だけでなく、廃棄される食料生産に投入された水、土地、エネルギーなどの資源が浪費されたことを意味し、経済的な非効率の問題でもある。さらに、廃棄される食料の生産およびその廃棄においてCO₂等の温室効果ガスの排出をもたらし、地球温暖化の問題にもつながっている⁴。

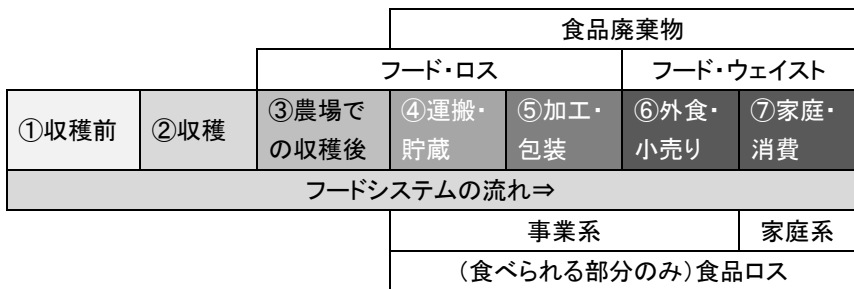
このように、食品ロスの削減は喫緊の問題であるが、その中で筆者の専門分野である観光に焦点を当てた食品ロスの経済学的研究はほとんど見られない。そこで、本稿は観光における流通構造での過剰供給の発生に焦点を絞って、それによる食品ロスの発生メカニズムを経済理論的に分析することを目的とする。

本稿の構成は以下の通りである。第2節では、食品一般における食品ロスの定義と発生原因をまとめ、第3節では、観光における食品ロスの発生パターンを類型化して整理し、観光における食品ロスの規模を推計する。第4節では、第3節で整理した類型④を前提として観光において食品ロスが発生する経済メカニズムの静学モデルを先行研究に依拠して構築する。第5節では、静学モデルに需要の変動を組み入れて数値シミュレーションを行い、静学モデルでは捨象された問題や食品ロス対策の効果を明らかにする。第6節では、行動経済学的視点から観光の食品ロスが発生するメカニズムについても検討する。第7節では、本稿で明らかにされた点と今後の課題をまとめて結びとする。

2. 食品ロスの概要

2.1 食品ロスの定義

本稿で用いる「食品ロス」と類似した用語に「フード・ロス」「フード・ウェイスト」「食品廃棄物」がある。食品ロスは「国民に供給された食料のうち本来食べられるにもかかわらず廃棄されている食品⁵」とされ、食べられる部分を含む食品廃棄物とは区別される。下川（2021、88 ページ）によると、食品ロスとはフードシステムの中で出荷後における段階④～⑦での可食部分の食品廃棄物である（図1）。この食品ロスと食品廃棄物の区別は日本特有のもので、海外では食料供給システム全体の中で食品廃棄物は上流部分のフード・ロスと下流部分のフード・ウェイストに分けられる。あるいはフード・ロスとフード・ウェイストの定義・区別やその測定方法が国によって異なっており、その差異を含めた総称として Food Loss and Waste (FLW) が用いられる場合もある⁶。



出所：下川（2021）、89 ページより。

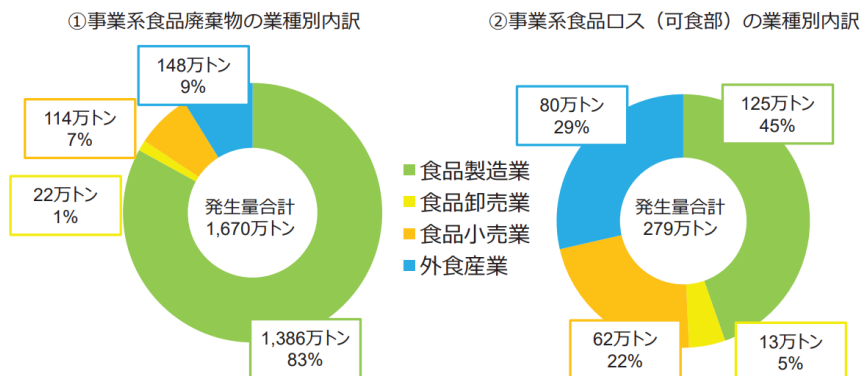
図1 「フード・ロス」「フード・ウェイスト」「食品廃棄物」「食品ロス」の関係

本稿では観光における過剰供給とそれによる食品ロスの発生メカニズムに焦点を当てるので、これ以上は食品ロス関連の用語の定義に関する議論に立ち入らないこととし、「食べられる部分の食品ロス」を分析対象とする。

2.2 食品ロスの発生原因

前述の2021年度の食品ロス523万トンのうち事業系は279万トン、家庭系は244万トンである。2030年度の削減目標は事業系で273万トン、家庭系で216万トンであるので、事業系はかなり目標数値に近づいているように見える。しかし、20年度の275万トンから21年度は4万トンも増加している。コロナ禍による一時的な増加の可能性もあるが、コロナ禍が明けて経済活動が活発になると事業系の食品ロスはさらに増加する可能性もあるので、今後の動向を注視する必要があるだろう。

事業系食品ロスの内訳は、食品製造業125万トン、食品卸売業13万トン、食品小売業62万トン、外食産業80万トンで、食品製造業が半分近くを占めている(図2)。なお、不可食部分を含む食品廃棄物の発生量は1,670万トンもあり、その83%の1,386万トンが食品製造業によるものである。魚や肉の骨、野菜くずなど食品製造段階で食べられない部分が廃棄されるので、仕方のないことかもしれないが、1,261万トンという膨大な量が不可食部分として廃棄されている。



四捨五入の関係で、数字の合計が一致しないことがある。

出所：農林水産省外食・食文化課(2023)、10ページ。

図2 事業系の食品廃棄物等と食品ロスの発生量(令和3年度推計)

観光における食品ロスの経済分析

フードサプライチェーンの各段階における食品ロスの発生原因は、規格外、過剰生産、パッケージの印刷ミスや破損、売れ残り、食べ残し、使い忘れ等である（表1）。

表1 フードサプライチェーン下での食品ロス発生原因

| | 生産 | 製造 | 配送 | 販売等 | | 消費 |
|-----------|---|--|--|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| | 農林漁業者 | 食品製造業者 | 卸売業者 | 小売業 | 外食事業者 | 消費者 |
| 食品の流れ | 米、野菜、果物、きのこ、畜産物等を育てたり、魚介類を捕ったりして、農畜水産物として出荷 | 農畜水産物を加工、包装して出荷 | 生産者や食品製造業者から食品を受け入れ、保存管理し、小売店や飲食店の需要に応じて配送 | 卸売業者等から食品を購入し、消費者へ販売 | 卸売業者等から食品を購入し、調理して提供 | 購入した食品を調理して消費したり、レストランなどで提供されたものを消費 |
| 食品ロスの発生原因 | とれすぎや、形が悪い（規格外）などにより、流通できず廃棄される。 | 需要を上回る製造、パッケージの印字ミスや破損による流通側からの返品などにより廃棄される。 | 売れ残り、パッケージの破損などにより、廃棄されたり食品製造業者へ返品される。 | 小売店ではパッケージの破損や売れ残りによる返品・廃棄。 | 飲食店では作りすぎや客の食べ残しにより廃棄される。 | 使い忘れや食べ残しなどにより廃棄される。 |
| | ▼ | | ▼ | | | |
| | 無駄をなくすために、食品として有効活用したり、再生利用することもあります。 | | 一方で、残ってしまった食品のほとんどは破棄されてしまいます。 | | | |

出所：消費者庁（2023）、11 ページより。

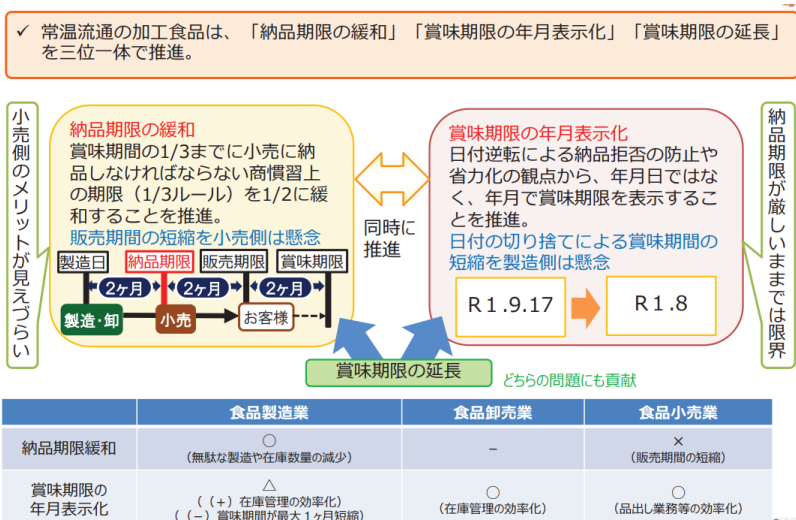
過剰生産は、需要が確定して納品までの時間が短い場合に、発注があることを見越して予め生産したが実際は少ない発注しかなかったとき等に生じる。周期的な需要の変動については予測の精度を上げることができれば、それによってある程度、過剰生産を減らすことは可能である⁷。しかし、突然の自然災害や事故、天候の変化など予測不能な場合は需要が減少して結果的に売れ残り＝過剰生産となるが、これは回避不能なところである。他方、需要が予測以上に増加した場合は、販売できる需要があるのに売らないという販売の機会ロスが発生する。これを避けるために、通常の販売量以上に在庫を抱えることになり、過剰生産につながる。

売れ残りには、新商品の発売による旧商品の入れ替えや季節商品の入れ替え

による売れ残り、特売の売れ残り等がある。また、人気や売れ行きを演出するために小売店で過剰に陳列して、それが期待したほどには売れなかった場合に売れ残りにつながる。

本稿では、これらの過剰生産・売れ残り（外食事業者での作りすぎ・食べ残しも含む）をまとめて「過剰供給」と呼ぶことにする。この過剰供給はすべてが消費期限・賞味期限を過ぎてから食品ロスになるわけではない。実際には例えば、賞味期限のあるものは賞味期限の前に食品ロスにつながる商慣習上の要因が食品小売業界に存在する。いわゆる3分の1ルールと先入れ先出しルールである。

3分の1ルールは、食品小売業において賞味期限の3分の1を超えたものは小売店に納品できないし、残りの賞味期限が3分の1を切ると小売店で販売しない、というものである(図3)。例えば、賞味期限が6ヶ月の場合、製造から2ヶ



出所：農林水産省外食・食文化課（2023）、29 ページ。

図3 納品期限の緩和、賞味期限の年月表示化、賞味期限の延長の三位一体の取組

月以内にメーカー・卸売業者から小売店に納品できなければ、卸売業者では納品期限切れ在庫が廃棄等かメーカーに返品され、メーカーでは未出荷在庫と卸売業者からの返品が廃棄等にされ、食品ロスになる。小売店に納品されたものでも、残りの賞味期限が2ヶ月を切ると小売店で販売せず、返品されるか廃棄等（一部は値引き販売）にされ、食品ロスにつながる。

先入れ先出しルールは、先に納入されたものから先に出荷していくというもので、賞味期限順による納品・出荷を崩さないために、先に納品された賞味期限よりも早い賞味期限のものは納品が受け入れられないことになり、食品ロスにつながる。このことは、多店舗を有する同一企業内での小売店舗間あるいは卸売業者の物流拠点間で在庫の過不足が生じた場合に、小売店舗間や物流拠点間で柔軟な在庫の融通が困難であることを意味する。

これらの問題を回避するために、常温流通の加工食品について、①納品期限の緩和（3分の1ルールの緩和）、②賞味期限の年月日から年月表示化、③賞味期限の延長が一体的に取り組まれている⁸。

3. 観光における食品ロス

3.1 観光における食品ロスの類型

ここまでは食品ロス一般についてまとめたが、以下は本稿の対象である観光における食品ロスに焦点をあてて、類型化を試みることにする。

①食堂・レストラン

観光地における食堂・レストランでは、観光客の急な増加に備えて余分に仕入れた食材や通常仕入れの食材が予想したほどは捌けなかった場合に、食品ロスが発生する。季節限定メニューやイベントに特化した食材もその時期に使いきれない場合にも、食品ロスが発生する。

観光客1人の食べる量は元々体格や体質によって個人差が大きく、さらに旅行先での体調によっても食欲は大きく変わる。しかし、食堂・レストランで提

供する1人前の量は標準的な量で固定されている場合がほとんどで、1人1人の食欲に合わせた量の調整ができるのはせいぜいハーフサイズかご飯・ライスの盛り方（小、普通、大等）の選択ができるくらいなので、食べ残しが生じやすい。

惣菜や調理済み料理が売れ残りそうな場合、スーパーマーケットの惣菜コーナーのように値下げをして売れ残りを回避することはほとんど行われないので、この点でも売れ残りが生じやすい。

②ホテル・旅館の食事

ホテル・旅館内で提供される食事は基本的には①と同じであるが、食事の豪華さを売りにしたところは過剰供給による客の食べ残しが常態化する。ホテルの朝食などに多いbuffet形式は客の取り過ぎによる食べ残しとホテル側がbuffet時間内での欠品を回避するための過剰供給によって、食品ロスが生じやすい。

③食品系の土産品店（製造・直売）

食品系の土産品の流通経路は様々なチャンネルがあるが、大別すると、自社で製造しそれを自社の店舗で販売する「製造・直売」タイプと次項の製造する会社から商品を仕入れて販売のみする「仕入れ・販売」タイプに分けられる。

前者は、製造した商品を他社の卸売業者や小売店に販売する場合も含む。温泉街にある温泉饅頭などのように自店舗で製造し、それを店先で販売する小規模なものから、坂角総本舗や桂新堂のえびせんべいのように製造工場で大量に製造し、多くの店舗でそれを販売する大規模なものまである。規模が大きくなるほど卸売業者が関わる等、流通経路は複雑となる。小規模の場合は家族経営が多いので、需要予測は経験と勘に頼りがちになる。

食品系の土産品（製造・直売）についても、機会ロスを避けるために余分に製造したり通常の製造でも予想したほどは売れなかったりした場合、季節限定商品やイベントに特化した商品がその時期に完売できなかった場合、製造過程でのパッケージの印刷ミスや破損、過剰な陳列、等によって食品ロスが発生す

る。

生菓子や干物などの日持ちしない土産品は、消費期限まで短いので食品ロスが生じやすいが、売れ残りが出そうな場合でも、土産品のブランド価値を守るために値下げはあまりされない⁹。しかし、朝市や魚市場などは値引き交渉自体が観光の一部になっている所もある。

日持ちのする土産品は、過剰供給された商品の一部は試供品に供される場合もあるが、土産品のブランド価値を守るために値下げ販売はほとんどされない。3分の1ルールが適用されている場合は、その分賞味期限が残っていても食品ロスが生じやすい。一部はフードバンクに提供される。

④食品系の土産品店（仕入・販売）

メーカー・卸売業者から仕入れ販売するので、製造段階での食品ロスはない。それ以外は③と同様である。ナショナル・ブランドの菓子メーカーが存在するが、土産品市場の商品単位で見ると独占力はない。大手土産品ショップを除いて多くのこのタイプの土産品店は、観光地の地場の中小企業・家族経営である。

道の駅の生鮮食料品・加工品は生産者が納品・売れ残りの回収をすることが多いので、廃棄リスクは生産者が負うことになる。

⑤交通機関で提供される飲食（電車、旅客機、客船等）

基本的には①と同じであるが、予約に基づいて飲食が提供される場合は、食品ロスは直前・無連絡キャンセルによる廃棄分が主となる。クルーズ船のbuffet形式は②と同様である。

⑥駅弁

駅弁を製造・直販する場合は③、仕入・販売する場合は④と同様である。駅弁においても売れ残りが出そうな場合でも値下げ販売はされないで、食品ロスが生じやすい。

⑦インスタ映えする料理・食品

観光において写真映えする料理や食品は写真撮影が主目的なので、①～⑥においてこの点からも食べ残しが生じる可能性がある。また最近では、安価でデカ

盛りが流行っているので、話題となっている料理や食品ほど同調効果的に客が集まってくるので、食べ残しが生じやすい。

3.2 観光における食品ロスの規模

以上のように類型化した観光における食品ロスは、実際の所どのくらいの規模になるだろうか？ 食品ロス全体の経済損失額や菓子類の経済損失額の推計は存在するが、それが観光に焦点を絞ったものとなると、前節で類型化したようになりかなり業界横断的になるので、正確な推計は存在しない。そのため、ここではデータの得られやすい土産品の菓子類について大雑把な推計を試みる。

全日本菓子協会(2017)によると、2017年の菓子の生産金額は2兆5,016億円、小売金額は3兆3,898億円、生産数量2,011,021トンであった。

全日本菓子協会(2016、4ページ)では、「菓子メーカー・卸取引規模1兆5,000億円」「流通菓子返品約120億円、メーカー償却+卸様処分約120億円、+ α の経費」とある。全日本菓子協会の主要メーカーからの聞き込みによるもので、取引規模1兆5,000億円は全日本菓子協会(2017)の生産金額や小売金額よりもかなり小さいが、聞き込みの範囲での食品ロス率は計算できる。菓子メーカー・卸売間で菓子の返品・廃棄処分による損失額は両者に重複がないとして合計で240億円+ α となる。 α を除いた240億円は取引規模1兆5,000億円の1.6%に当たる。

加藤(2017、36ページ)によると、加工食品の2016年度における金額ベースの返品率は、卸売業→メーカーで0.75%、小売業→卸売業で0.37%である。両者に重複がないとして合計すると、1.12%である¹⁰。これと比べると、1.6%はかなり高い。その理由は次のことによると思われる。すなわち、全日本菓子協会(2016、5ページ)では菓子業界の特徴として、「①春・秋(特に秋)の需要期に発売が集中、②新商品が多く、改廃スピードが速い(ライフサイクル)、③季節商品・スポット商品や企画商品が多い(需要≠供給)、④カテゴリーにより商品特性が異なり、賞味期限が多岐にわたる(チョコ・ビス・スナック米

菓・キャンデー等)」を挙げて、他業界よりも返品が多いことを説明している。

次に、前述の菓子の生産金額 2 兆 5,016 億円と小売金額 3 兆 3,898 億円にこの返品・廃棄処分率 1.6% を乗じると、それぞれの段階で評価した菓子の返品・廃棄処分による食品ロス損失額が 400.3 億円と 542.4 億円と算出される。

角本（2020）では、2017 年の菓子類の土産品市場規模は 1 兆 1600 億円と推計しているので、これに返品・廃棄処分率がここでも妥当するとして 1.6% を乗じると 185.6 億円となる。これが菓子類の土産品の小売市場で評価した、食品ロスの一部である返品・廃棄処分による損失額の大きさと見ることができるだろう。

なお、棟居・増井・金森（2021）の推計によると、2015 年の食品ロスに起因する経済的価値の損失額はわが国全体で 4 兆 5,870 億円、品目別では本稿の対象とする菓子類でその 8.0%（約 3,670 億円）、さらに食品製造業段階での菓子類でその 4.4%（約 2,020 億円）であった。この約 2,020 億円は先の 400.3 億円の約 5 倍であり、かなりの乖離があるが、菓子類の返品・廃棄処分以外にも食品ロスの原因があるためと思われる。

4. 食品ロスが発生する経済メカニズム：静学モデル

4.1 先行研究

前節までに食品ロス全般や観光における食品ロスの状況を整理したが、本節からは経済理論的に食品ロスが発生するメカニズムに焦点を当てることにする。

これまでに、生産・製造—卸—小売の流通経路構造における需給調整の意思決定のパターンを考慮した分析が行われてきた。Alderson（1950）は、実際の需要が確定する直前まで生産量や在庫の決定を遅らせて、需給の不確実性を回避する「延期」という概念を用いた。Bucklin（1965,1966）は、これに実際の需要が確定する前にそれらの意思決定をする「投機」という概念を加えて、

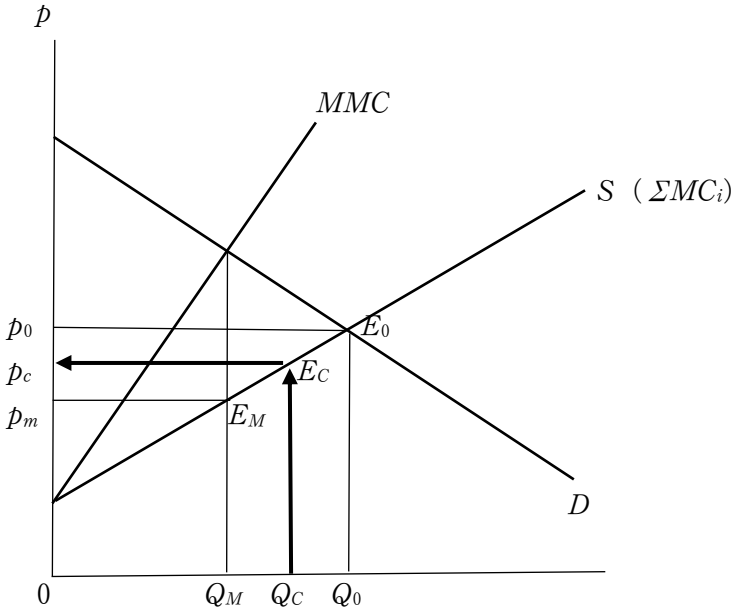
延期－投機モデルを構築して流通経路の需給調整を分析した。久保（2001）は Bucklin（1966）の分析を改良して、価格と在庫量について延期と投機の状態を組み合わせて、4つのパターン（価格投機・延期×在庫量投機・延期）に分けて分析した。小林（2023、第5章）は、久保（2001）の分析の内、3つのパターンをフードサプライチェーンにおける過剰供給の発生状況に適用・修正して、食品ロスの発生メカニズムを明らかにした。

小林（2023、第5章）は、フードサプライチェーンにおける欠品による機会ロスを避ける等を目的とした過剰供給について「相対的な大規模な寡占の小売店」（93ページ）として「基本モデル」から「返品モデル」を構築して、食品ロスの発生メカニズムを分析している。他に、本稿では紙幅の関係で取り扱わないが、売れ残り品を値下げ販売する「マークダウンモデル」も分析している。

本稿は、この小林（2023、第5章）のフードサプライチェーンに関する研究をベースにさせていただきながら、観光における食品ロスに研究対象を絞り、さらに具体的には先に類型化した④食品系の土産品店（仕入・直売）の日持ちする菓子系土産品を想定して、以下に理論モデルを構築する。この場合、製造会社は菓子の種類と地域エリアを限定すると供給独占・寡占的な状況とみることができるとは考えられるかもしれないが、観光地や駅、空港の土産品ショップでは競合商品が多数あるので、そのメーカーの商品も小売市場では完全競争的と見られる。逆に、駅、空港に多店舗展開する大手土産品ショップは大量に商品を販売するので、商品の仕入れに際してはバイイングパワーを持ち、仕入れ市場では需要独占的と見られるので、3分の1ルールによる返品が可能となると考えられる¹¹。

4.2 土産品の商品別仕入れ市場

土産品の商品別仕入れ市場において、大手土産品ショップ（小売店側）がバイイングパワーを持ち、需要独占に近い振る舞いができるとする（図4）。通常の供給曲線は中小の土産品メーカーの限界費用曲線の集合体である（ ΣMC_i ）。



出所：筆者作成。

図4 土産品の商品別仕入れ市場（需要独占的）

完全に需要独占であれば、土産品1単位の仕入れを増加させると、需要者側の費用は急激に高まるが、本稿ではそれを限界供給費用曲線 MMC と呼ぶことにする。なお、簡単化のために卸売業は考慮しないこととする。

需要独占の均衡点は、 MMC 曲線と需要曲線 D とが交わる S 曲線上の点 E_M であるが、そこまでの独占力はないので、 E_0 と E_M の中間点 E_C と考えられる。納品は小売市場で過剰供給となる Q_0 で行われるが、返品を予定した分だけ仕入れ価格は p_0 より低い p_c とする。

4.3 土産品小売市場（完全競争）

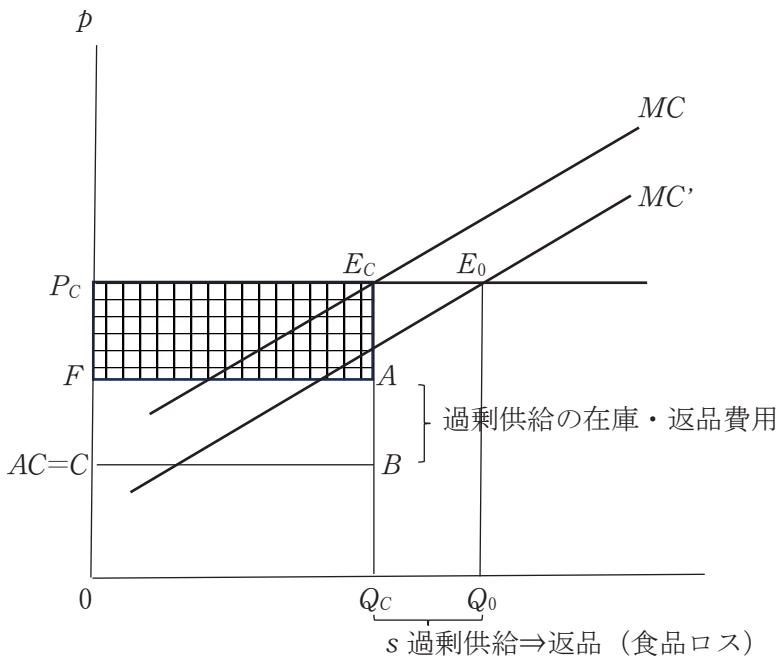
土産品の小売市場では完全競争的と仮定するので、個々の土産品店・土産品

が直面する需要曲線は市場価格 P_C で水平線となる(図5)。この市場価格 P_C は、仕入れ価格 p_c に諸経費と利潤を載せた次式に等しい水準とする。

$$P_C = (1+k)p_c \quad (1)$$

ただし、 k は諸経費と利潤を合わせたマークアップ率である。図5では、 Q_C における仕入れ費用と他の諸経費の平均費用 AC の水準を点 C としている。

店頭で陳列される数量は納品された Q_0 であるが、確実な販売見込みは Q_C である。後者に対応する供給曲線は曲線 MC である。前者は季節・イベント等の要因による需要変動に備えた在庫を平均的に $s=Q_0-Q_C$ ほど抱え、品切れにならないようにするための在庫水準である¹²。不確実性に備え、販売の機会ロ



出所：筆者作成。

図5 土産品小売市場(完全競争)

ス等を回避するためであるとは言え、この過剰供給が食品ロスにつながる。

曲線 MC' は仮想的な供給曲線で、この過剰供給を含んだ土産品店の供給曲線である。過剰供給された土産品は売れ残ると、一部は試食品に供されたりフードバンク等に提供されたりするが、3分の1ルールが作動している場合は賞味期限内であっても多くはメーカーや卸売業者に返品・廃棄される。この過剰供給の在庫と返品作業にも費用がかかるので、それを販売数量 Q_C で割った平均の在庫・返品費用を図5では AB の大きさとする。全体での在庫・返品費用は $\square FABC$ であるので、これを簡単化のために土産品店側の負担とすると¹³、それを控除した後の利潤は網掛け部分の $\square P_C E_C A F$ である。

なお、図5での s や AB の大きさは見やすくするために大きく取っているが、実際は納品数量の1%前後（第3.2節での議論参照）、納品額の2～3%前後である¹⁴。

5. 数値シミュレーション

5.1 数値モデル

静学モデルでははじめに想定したとおりのシナリオが実現されるので、土産品市場での不確実な需要変動が食品ロスにどのような影響を持つのかを明らかにすることはできない。そこで本節では、前節での理論モデルを基にして数値シミュレーションを行う。

まず、図4における土産品の仕入れ市場（需要独占）の各曲線の方程式を以下の通りとする。

$$\text{供給曲線：} p = 20 + 2Q \quad (2)$$

$$\text{限界供給費用曲線：} p = 20 + 4Q \quad (3)$$

$$\text{需要曲線：} p = 300 - 2Q \quad (4)$$

このときの完全競争的な交点 E_0 での価格と数量は、 $Q_0 = 70$ 、 $p_0 = 160$ 、となる。しかし、仕入れ市場は大手土産品ショップによる需要独占的な振る舞いができ

るとするので、需要独占の均衡点 E_M では、 $Q_M=46.67$ 、 $p_m=206.67$ 、である（小数第3位で四捨五入、以下同じ）。実際にはそこまでの独占力はないので、納品価格は返品率1.6%を想定した点 E_0 と E_M の中間点 E_C の ($Q_C=68.88$) $p_c=157.76$ に設定される。これらは仮想的な数値なので、小数第2位まで表示しているが、大手土産品ショップの個々の店舗における1ヵ月間に納品される数量（単位100個）と価格（単位10円）のように想定されたい。仕入れ市場ではこれらの値が確定的に決定されるとする。

次に、土産品の小売市場では完全競争的であるとするので、静学モデルでは70個仕入れて、返品率1.6%で68.88個が確実に売れて、売れ残り1.12個を返品することになる。静学モデルでは需要の不確実な変動が考慮されなかったので、1.12個の過剰供給分で十分に需要をまかなうことができるとされる。それは需要の不確実な変動は生じないし、それに伴う機会ロスも生じないからである。

以下では不確実な需要変動を考慮するために、確実な販売数量68.88個に加えて不確実な需要変動の部分を正規分布 $N(0,1.0)$ に従うと仮定して、シミュレーションを行う。なお、返品率が平均的（確率的）に1.6%になるように厳密に計算した上で、正規分布 $N(0,1.0)$ を設定したわけではないことを了解されたい。

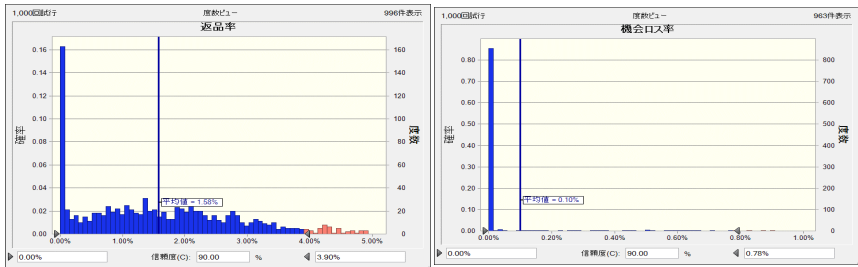
5.2 単純シミュレーション

まず最初に、仕入れと販売・返品を1サイクルとして完結するとして、1000回試行を行って、返品率と機会ロス率の分布とそれらの平均値を求めた¹⁵。

確実な販売数量と不確実な需要変動を合わせて「実際の需要」と呼ぶとすると、実際の需要が70個以下の場合、納品された70個と実際の需要との差が売れ残りとなり、それがそのまま返品され、食品ロスになるとする。他方、実際の需要が70個を超える場合、在庫が足りなくなり、販売の機会ロスが生じる。この単純モデルでは、売れ残りと機会ロスに対して土産品ショップでは店舗間で融通したり、メーカーや卸売から商品の補充をしたりするなどの対応は何も

しないとする。なお、返品率と機会ロス率は、納品された70個に対する率である。

シミュレーション(1)の1000回の試行において、平均返品率は想定している1.6%に近い1.58%であったが、信頼度90%で返品率は0%~3.90%の範囲にわたっている(図6左)。そのため、天候異変や災害など予想を超える需要の変動がある場合は、かなりの食品ロスが生じることが分かる。一方で、返品率が0%であることも16%強の確率で発生している。これは1サイクルで完結するので、実際の需要が70個を超えた場合に商品が補充されないのが、機会ロスとなる確率に相当する。機会ロス率は平均では0.1%しかないが、信頼度90%で0%~0.78%であるので、実際の需要が大きかった場合はめったにないが機会ロス率は1%近くにまで拡大する(図6右)。



出所：筆者作成。

図6 シミュレーション(1)

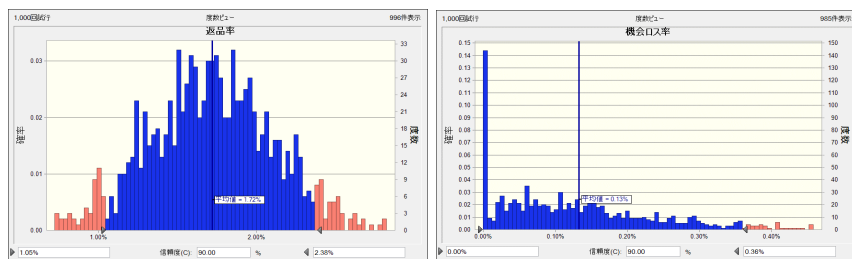
5.3 食品ロス対策を考慮したシミュレーション

単純シミュレーションは、食品ロス対策のないまま仕入れと販売・返品が延々と繰り返されるモデルと言える。第3.2節で常温流通の加工食品について①納品期限の緩和、②賞味期限の年月表示化、③賞味期限の延長の3点が食品ロス対策として取り組まれていると紹介したが、ここではそれらの点を組み込んで

シミュレーションを行う。

まず、②賞味期限の年月表示化は、「商品の管理単位が少なくなる。たとえば、年月日表示から年月表示に変更すると、1商品あたりの管理単位数は365から12にまとまる。¹⁶⁾」ので、仕入れと販売・返品を1ヵ月単位で12ヵ月を1サイクルとした。この12ヵ月間の合計での返品数と機会ロス数を1試行として、12ヵ月の納品数840個に対する返品率と機会ロス率がどのようになるか、1000回試行してシミュレーションした(図7)。他の2点はまだ組み込まない。

12ヵ月が1サイクルとなったので、平均返品率は1.72%とやや大きくなった。信頼度90%では返品率の範囲が1.05%~2.38%に狭くなっている(図7左)。単純シミュレーションでは返品率0%の確率が16%強あったが、ここではそれは12ヵ月連続で返品がゼロでなければならないので、まったく出現していない。他方、実際の需要が1ヵ月や複数月だけで納品個数を上回って、機会ロスが発生することが可能なので、単純シミュレーションよりも機会ロス発生度数は大きくなっている(図7右)。機会ロス率の平均値も0.13%とやや高くなっているが、信頼度90%の機会ロス率の範囲は0%~0.36%に半減している。



出所：筆者作成。

図7 シミュレーション(2)

図7のように、賞味期限の年月表示化を組み入れたシミュレーション(2)

の結果は、返品率と機会ロス率の平均値が単純なシミュレーション（1）と比べて高くなっているため、食品ロス削減には効果がなかったように見える。しかし、他の2点をまだ組み入れていないので、次に、①納品期限の緩和と③賞味期限の延長を組み入れることにする。

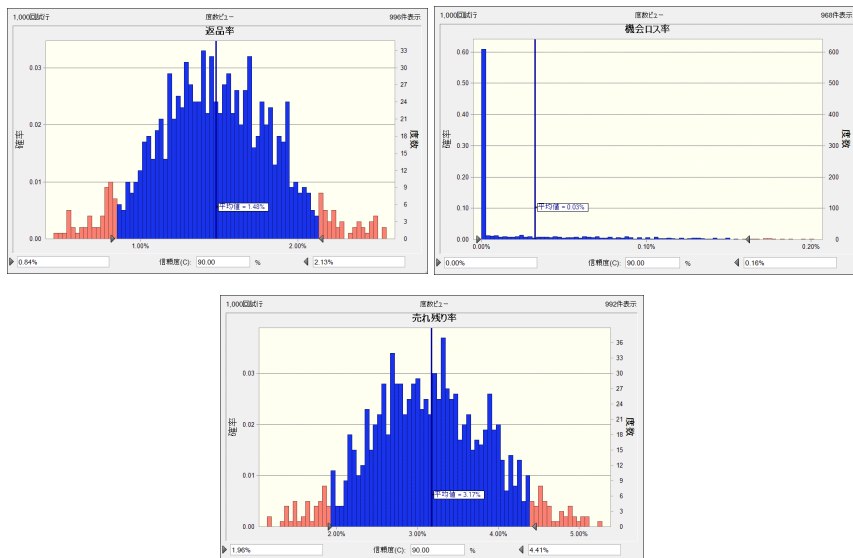
具体的には、今月に売れ残りが出たとしても翌月に持ち越して販売することが可能であると、2ヵ月連続で売れ残った場合にのみ、品質保証のため返品するものとする。そのため、前月に売れ残りが出た場合、当月の供給量は、当月に納品された数量と前月からの売れ残り数量との合計となり、実際の需要が70個を超えた場合でもある程度機会ロスを少なくすることができる。このシミュレーション（3）では、廃棄されないが当該月に売れ残った数量の率を「売れ残り率」といい、2ヵ月連続で売れ残った数量のみの率を「返品率」として、両者を区別する。

シミュレーション（3）の結果、①納品期限の緩和と③賞味期限の延長によって2ヵ月連続で売れ残ることができるので、売れ残り率の平均値は図7の返品率の倍増に近い3.17%に上昇した（図8下）。しかし、これは在庫管理上の売れ残りであって、廃棄につながるものではない。2ヵ月の間に売れば返品はされないため、土産品の平均返品率は1.48%に低下し、シミュレーション（2）よりも14%改善した（図8上左）。返品率の信頼度90%では範囲の幅はほとんど変わらないが、0.84%～2.13%に小さい方へ移動している。機会ロス率は平均値が0.03%と非常に小さな値となった（図8上右）。

この結果から、①納品期限の緩和、②賞味期限の年月表示化、③賞味期限の延長の3点が同時に実施されたときには、食品ロス対策として有効であることが分かる。

6. 行動経済学的視点

これまで小売店などの事業者側の視点で分析をしてきたが、土産品ショッ

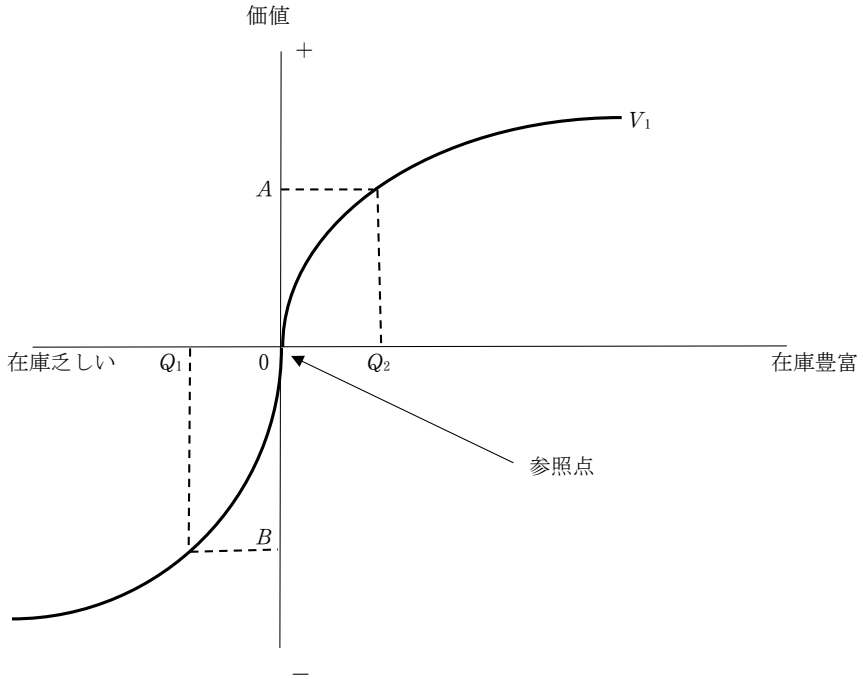


出所：筆者作成。

図8 シミュレーション (3)

プを利用する観光客側の行動が食品ロスを助長していることを分析する。

用いるフレームワークは、行動経済学におけるプロスペクト理論である¹⁷。図9は観光地における土産品ショップの品揃え状態を横軸に取り、縦軸にそれに対する価値評価をとって、観光客の価値評価 V_1 を描いたものである。観光地にある土産品ショップの品揃え状態はリピーターでない限り、店内に入ってみないと分からないという意味で不確実である。原点(参照点)は観光客が普段利用しているスーパーマーケットなどの店舗の品揃え状態を基準にして、想定された品揃え水準である。それより豊富な品揃え・在庫状況(図9の右方向)であれば、その土産品ショップに対する価値評価はプラスに高まるが、遞減的にしか増加しない。他方、想定された品揃え水準よりも乏しい状況(図9の左方向)であれば、その土産品ショップに対する価値評価はマイナスに悪くなる



出所：Kahneman and Tversky (1979),p.279 の図を参照して作成。

図9 観光客の土産品ショップにおける価値関数

が、逓減的にしか低下しない。ただし、マイナスの価値評価はプラスの価値評価の2倍以上の大きさ（落胆）になる。

観光地において、様々な地元の特産品や名物を取りそろえて陳列している土産品ショップX、あるいは売れ残って返品・廃棄をできるだけ出さないように在庫を販売実績ギリギリにしている土産品ショップY、を訪れる観光客Zの行動について検討する。

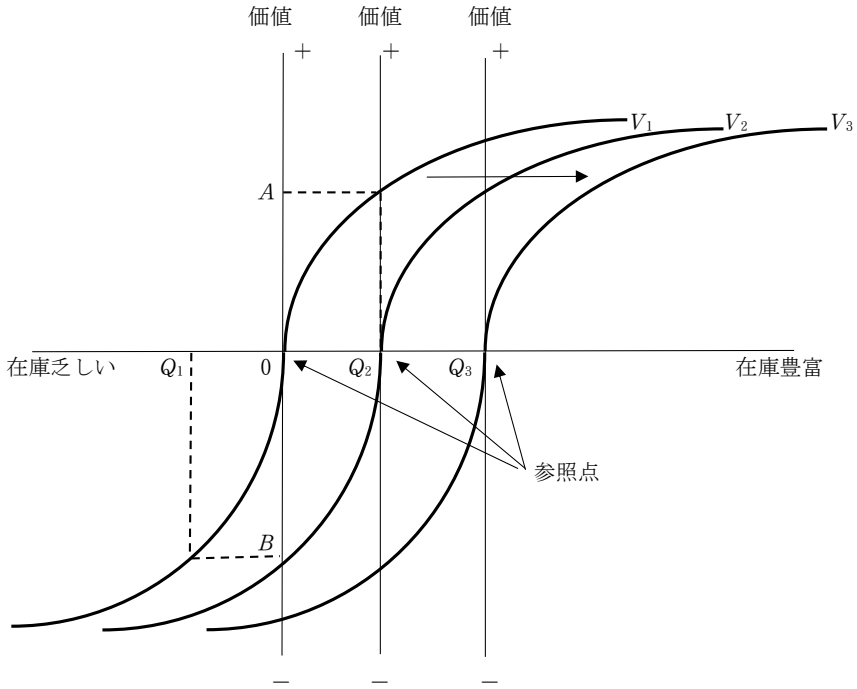
土産品ショップXでは、在庫が豊富な状況 Q_2 の下で土産品を選べるので、観光客Zはプラスの価値評価Aを持つだろう。その結果、良い評判が口コミ

や SNS で立ち、土産品ショップの来店者数と販売額を増加させ、土産品ショップ X は繁盛する。しかし、販売実績ギリギリの在庫しか持たない土産品ショップ Y では、訪れた時間帯や日によっては欠品しがちの状況 Q_1 となる。観光客 Z は事前に調べておいた有名な土産品を買おうと思ったのに品切れだった、あるいはいろいろな品揃えの中から気に入ったものを選びたかったのに陳列が少なかった等々、観光客 Z の期待が裏切られることになるので、マイナスの価値評価 B となる。

この場合、 Q_1 と Q_2 の絶対値で量が同じであっても、マイナスの価値評価はプラスの価値評価の 2 倍以上の大きさ（落胆）になる。欠品が続く場合は「あのお店に行っても欲しいものがなかった」「あのお店の品揃えは最低限のものしかなかった」といった悪い評判が口コミや SNS で立ち、土産品ショップ Y の来店者数と販売額を低下させ、ひいてはその土産品ショップの存続を脅かすかもしれない。

しかし、土産品ショップ X も安閑としてはいられないかもしれない。在庫が豊富な状況 Q_2 が当たり前となると、観光客の参照点は「欠品が無くて良かった」と思える原点 0 から Q_2 に移動し、価値評価曲線も V_2 へと移動する（図 10）。他の競合店でも在庫量を増やしてくると、売れ残り覚悟で在庫水準をさらに Q_3 へと増やそうとするインセティブが生じる。在庫量の増加に伴って客数が増え、売り上げも増加すれば、売れ残りは増加しないが、そうでなければ、売れ残りが増加し、返品・食品ロスが増加する。ホテル・旅館で食事の種類と量を食べきれないくらい多く提供することをセールスポイントにしている場合にも、同じメカニズムが当てはまるだろう。

また、人々は現実の発生確率 p をそのまま主観的な発生確率 w としているわけではない。両者が一致する場合は、図 11 において主観的な確率評価を表す確率ウェイト関数は 45 度線となるはずである。しかし、確率ウェイト関数は確率の低い部分でより高く評価され、確率の高い部分でより低く評価されるので、逆 S 字カーブとなる。前節までに見てきたように欠品確率はそれほど



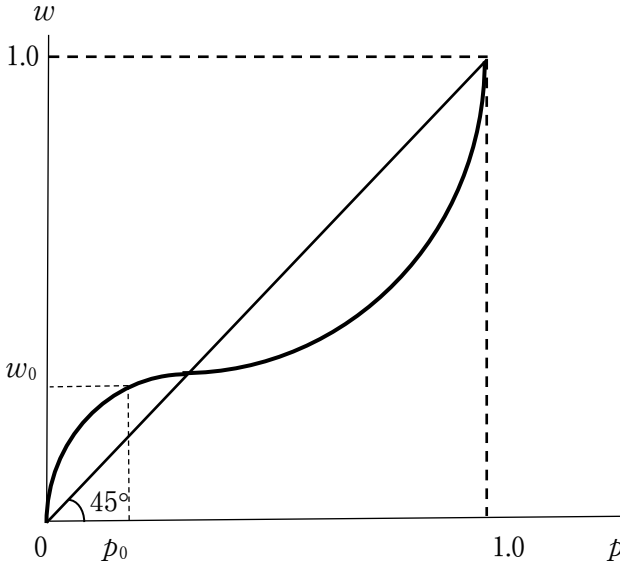
出所：Kahneman and Tversky (1979), p.279 の図を参照して作成。

図 10 観光客の土産品ショップにおける価値関数

高くないのに、土産品ショップはそれを恐れて過剰供給するのは、あまり生じない欠品確率を過大に w_0 と評価して、実際の確率 p_0 以上に欠品を恐れることにあるかもしれない。この点からも、過剰供給が生じやすいことが分かる。

ただし、近年では SNS に悪い評判が立つと死活問題となりかねないので、あながち過大評価とは言えないかもしれない。土産品ショップ Y では、悪い評判を打ち消して良い評判となるように、しっかりと食品ロスに取り組んでいることを自店のホームページや SNS でアピールする必要があるだろう。

最後に田中 (2020) では、危険回避的な消費者を前提に、災害や突発的な出



出所：Tversky and Kahneman (1992),p.310 の図を参照して作成。

図 11 確率ウェイト関数

来事によって購入することができなかった場合に、食品備蓄が無くなることを回避するための保険として食品を多めに購入するので、廃棄される食品はその保険が使われなかったのであり、非難されるべきものではないが、「保険のかけすぎは無駄」(46 ページ) であると述べている。このことを観光地での土産品購入に応用すると、観光地での土産品購入は「せっかく来たのだから」「今度いつ来るかわからないから」などの心理から、保険をかける意味で普段よりも多めに買いがちである。買った土産品が食べ切れなかったり、人に渡しそびれたりした場合は、田中氏の言う「保険のかけすぎ」た状態となり、食品ロスが生じる。ただし、このケースは過剰供給と言うよりも過剰需要である。

7. 結び

本稿では、はじめに食品ロスの一般的な状況を概観した。次に、経済学分野では観光における食品ロスの研究はほとんどないので、観光における食品ロスの場を類型化し、観光における食品ロスの規模を大雑把であるが推計した。すなわち、菓子類における土産品市場での返品・廃棄処分による食品ロスに限定した場合、返品・廃棄処分率は1.6%で、金額にして185.6億円である。わが国の食品ロス全体の4兆5,870億円から比べると非常に小さいが、観光における食品ロスは菓子類における土産品よりもはるかに大きいと推測でき、さらに観光は幅広い分野にわたり、今後もインバウンドは拡大していくと予想される。したがって、観光における食品ロスに焦点を当てることは、今後ますます重要になると思われる。

後半部分では、観光における食品ロスが発生するメカニズムを小林（2023、第5章）に依拠しながら、経済理論モデルを構築して検討した。本稿のモデルの特徴は、仕入れ市場で需要独占的、土産品小売市場では完全競争的とした点である。

このモデルを基に第5節ではシミュレーションを行った。単純シミュレーションでは、静学モデルでは発生しない「機会ロス」が若干ではあるが発生した。これが過剰供給をもたらす誘引の1つと考えられる。また、現在取り組まれている3つの食品ロス対策を組み込んだ、12ヵ月を1サイクルとするシミュレーションを行った。その結果、それらが一体となったときに効果が上げられることが示された。ただし、「小売店舗間や物流拠点間での柔軟な在庫の融通」は組み込まれていないので、今後の課題である。

第6節では行動経済学の知見を応用することで、過剰供給による食品ロスが生じやすいメカニズムを観光客側の行動からも土産品店側の反応からも明らかにした。

今後の課題は、これらのメカニズムをより精緻化するとともに、そのメカニ

ズを利用した既存食品ロス対策をブラッシュ・アップしたり、新たな対策を考案したりすることである。特に、行動経済学の面ではナッジ¹⁸を用いて、観光事業者と観光客が無理することなく自然に食品ロスに向けた行動がとれるようなデザイン設計を考案することが期待される。

* 本稿は科学研究費補助金を受けた研究成果の一部である（科研 研究課題／領域番号：23K11655）。

注

- 1 本稿における日本の食品ロスの推計値は、別に注記のない限り農林水産省外食・食文化課（2023）による。
- 2 この法律に基づく「食品ロスの削減の推進に関する基本的な方針」では、行動主体別に消費者、農林漁業者・食品関連事業者、農林漁業者・食品関連事業者以外の事業者、マスコミ・消費者団体・NPO等、国・地方公共団体、に求められる役割と行動が具体的に示され、基本的施策として①教育及び学習の振興、普及啓発等、②食品関連事業者等の取組に対する支援、③表彰、④実態調査及び調査・研究の推進、⑤情報の収集及び提供、⑥未利用食品を提供するための活動（フードバンク等）の支援等、が挙げられている。
- 3 国連 WFP 協会（2022）、9 ページ。
- 4 これらの問題に関する研究に例えば、棟居・増井・金森（2021、2023）がある。
- 5 「食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針」（ヨコ書き版 https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/s_hourei/attach/pdf/index-16.pdf 閲覧日 2023.11.8）の本文に明記されている。
- 6 小島・松岡・石川（2019）、3 ページ。
- 7 農林水産省（2022、89 ページ）では、過剰仕入れ・売れ残り対策の需要予測をしている株式会社シノプスが紹介されており、「同社のシステムでは、AI が天候や特売の有無による来店客数の変化や、過去の販売実績を学習し、商品ごとの売行きや値引き、欠品を加味し、売上げ・粗利を最大化する数量を自動発注します。同システムにより、食品ロスが約 2 割削減した店舗の事例も見られました。」
- 8 これらの取組については、石川（2021）に詳しい。
- 9 栃木県佐野市にある出流原弁天池・福寿荘売店でヒアリング調査（2023 年 9 月）を行った。いもフライが名物であるが、売れ残りが出た場合は、食品ロスを避けるために近所の子供向けに格安で販売するとのことである。安全性を担保するために、販売先を特定できる近所に限定した賢明な方法である。

観光における食品ロスの経済分析

- 10 メーカー470社と卸売業112社へのアンケート調査による別のデータ(加藤(2014、29ページ)では、加工食品の返品商品の食品ロスにつながる処理方法において、卸売業で「自社で廃棄に回す割合」2.1割、「メーカーに返品する割合」6.4割、メーカーにおいて「自社で廃棄に回す割合」7.4割であった。加藤(2017、36ページ)とのデータと合わせて、加工食品における廃棄率は卸売業で $0.37\% \times 2.1\text{割} = 0.0777\%$ である。メーカーに返品する割合6.4割が先の0.75%に含まれているとすると、メーカーでは $0.75\% \times 7.4\text{割} = 0.555\%$ となり、ベースが同額として両者合わせて、0.6327%が廃棄される計算になる。
- 11 例えば、株式会社JR東海リテイリング・プラス(東海キヨスク株式会社と株式会社ジェイアール東海パッセンジャーズが2023年10月に合併)では、全294店舗の1日の売り上げは1.9億円である；JR東海リテイリング・プラスwebサイト(<https://www.jr-plus.co.jp/about/#summary> 閲覧日2023.11.2)。なお、1.9億円 \times 365日=693.5億円となる。販売品目は菓子類の土産品以外のものも含まれるが、2017年の菓子類の土産品市場規模1兆1600億円の約6%にも相当する。
- 12 *s*は小林(2023、94ページ)で「戦略在庫量」と呼ばれるものに相当する。
- 13 加藤(2017、35ページ)によると、「返品商品の物流費はフォワード(メーカー→卸売業・小売業)とバックワード(小売業・卸売業→メーカー)の双方で発生する。多くの場合、バックワードの物流はフォワードの物流よりも効率が悪い。そう考えると返品商品は通常商品の2倍以上物流費がかかると見て良い。返品商品が廃棄されれば、製造原価と廃棄処理コストがこれに加わる。」
- 14 小林(2023)、86ページ。
- 15 シミュレーションに当たっては、ORACLE社のCrystal Ballを用いた。
- 16 石川(2021)、21ページ。
- 17 プロスペクト理論の概要は、タクシー運転手へ応用した角本(2008)を参照されたい。
- 18 ナッジ(nudge)は、「注意や合図のために人の横腹を特にひじでやさしく押ししたり、軽く突いたりすること」(セイラー・サンスティーン(2009、2ページ)であり、「選択を禁じることも、経済的なインセンティブを大きく変えることもなく、人々の行動を予測可能な形で変える選択アーキテクチャーのあらゆる要素を意味する。」(同17ページ)と定義されている。

<参考文献>

- Alderson, W. (1950), "Marketing Efficiency and the Principle of Postponement," in Wooliscroft, B., Tamilia, R.D., Shapiro, S.J. (eds) *A Twenty-First Century Guide*, Springer, pp.109-113.
- Bucklin, Louis, P. (1965), Postponement, Speculation and the Structure of Distribution Channels, *Journal of Marketing Research*, February, pp.26-31.
- Bucklin, Louis, P. (1966), *A Theory of Distribution Channel Structure*. (田村正紀訳『流通経路構造論』千倉書房、1977年)

- Kahneman, Daniel and Amos Tversky (1979), "Prospect Theory ; An Analysis of Decision under Risk," *Economica*, Vol.47, Issue 2, pp.263-292.
- Tversky Amos, and Daniel Kahneman (1992), "Advances in Prospect Theory : Cumulative Representation of Uncertainty," *Journal of Risk and Uncertainty*, Vol.5, pp.297-323.
- 石川友博 (2021) 「流通における食品ロス削減の動向」『生活協同組合研究』2021年3月号、21-28 ページ。
- 加藤弘貴 (2014) 「製配販連携の現状と展望～返品削減・食品ロス削減の取組みを中心に」『流通情報』No.506、24-33 ページ。
- 加藤弘貴 (2017) 「製・配・販連携によるロジスティクス改革－現状と今後」『流通情報』No.529、35-41 ページ。
- 角本伸晃 (2008) 「タクシー事業における規制緩和とタクシー運転手の厚生変化－累積のプロスペクト理論に基づくモンテカルロ・シミュレーション－」『経営総合科学』第90号、1-30 ページ。
- 角本伸晃 (2020) 「観光土産品の現状と土産品店の立地－菓子類を中心として－」『経営総合科学』第112号、19-42 ページ。
- 久保知一 (2001) 「流通取引と需給調整：延期 - 投機モデルによる吟味」『三田商学研究』第44巻第4号、167-194 ページ。
- 国連 WFP 協会 (2022) 『年次報告書 2022』 (https://www.jawfp2.org/annual/2022/assets/pdf/jawfp_annual_report_2022.pdf 閲覧日 2023.11.7)
- 小島理沙・松岡夏子・石川雅紀 (2019) 「食品ロスに関する総説」『国民経済雑誌』第220巻第3号、1-16 ページ。
- 小林富雄 (2023) 『食品ロスの経済学【第4版】』農林統計出版。
- 下川 哲 (2021) 『食べる経済学』大和書房。
- 消費者庁 (2023) 『食品ロス削減ガイドブック』 (https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_policy/information/food_loss/pamphlet/assets/2023_food_loss_guide_book.pdf 閲覧日 2023.10.6)。
- リチャード・セイラー、キャス・サンスティーン著／遠藤真美訳 (2009) 『実践行動経済学』日経 BP 社。
- 全日本菓子協会 (2016) 「食品ロスに関する菓子業界の実態と取組について」 (https://www.dei.or.jp/research/research08/data/research08_06_data01.pdf 閲覧日 2023.11.13)
- 全日本菓子協会 (2017) 「平成 29 年 菓子データ (スナック修正済み)」 (<https://ankakashi.com/statistics.html> 閲覧日 2023.11.13)
- 田中久稔 (2020) 「食品ロスをミクロ経済学の視点から 保険としての食品廃棄」『養鶏の友』(通巻 704 号) 10 月号、42-46 ページ。
- 農林水産省 (2022) 『令和 3 年度 食料・農業・農村白書』 (https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r3/pdf/zentaiban.pdf 閲覧日 2023.11.12)
- 農林水産省外食・食文化課食品ロス・リサイクル対策室 (2023) 『食品ロスおよびリサイクルをめぐる情勢<令和 5 年 6 月時点版>』 (https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/attach/pdf/161227_4-3.pdf 閲覧日 2023.11.12)

観光における食品ロスの経済分析

- 棟居洋介・増井利彦・金森有子（2021）「わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出、天然資源の浪費および経済損失の評価」『環境科学会誌』第34巻第6号、256-269ページ。
- 棟居洋介・増井利彦・金森有子（2023）「わが国の食品ロス削減による国際食料市場を通じた環境・経済・社会への影響」『環境科学会誌』第36巻第2号、15-27ページ。